

概要

パーキンソン病研究における
コモンマーモセットのデジタルツイン
モデルベース外観再現の必要性

サル用の新たなテンプレートモデルMarmodelを構築
遮蔽を考慮したロス計算を取り入れた 4DGS による再構成

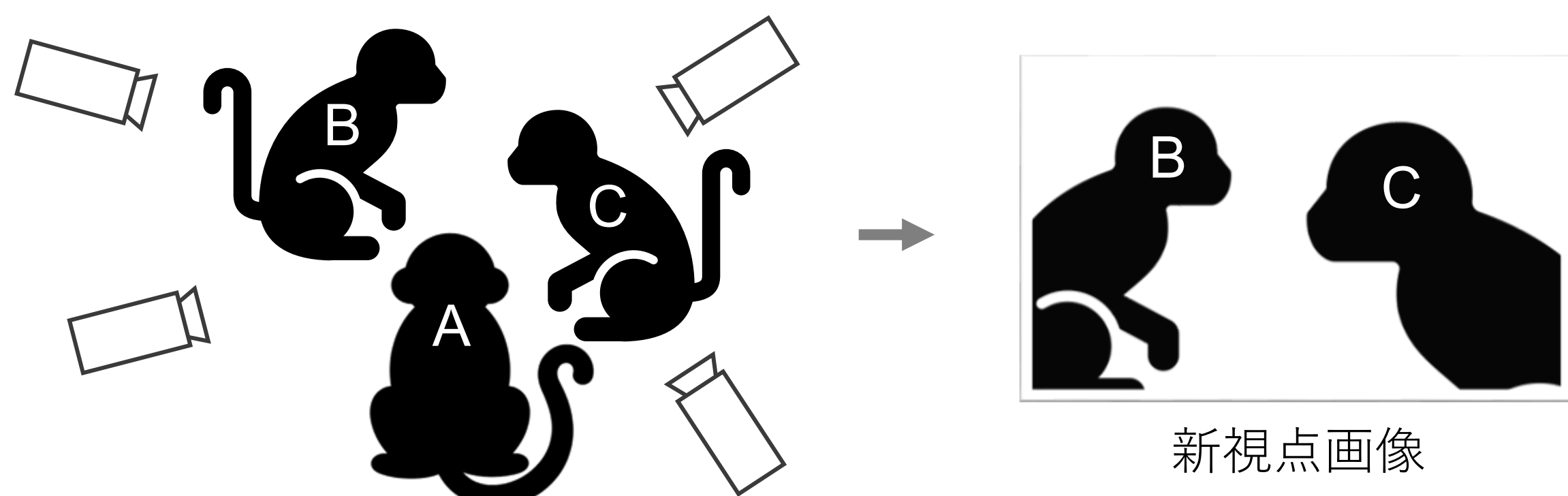
より現実に近い個体識別可能なモデルの生成
遮蔽の多いデータセットでの学習方法の確立

研究背景

パーキンソン病研究におけるコモンマーモセットデジタルツインの需要

➡ 個体識別可能なマーモセットの外観再現が必要

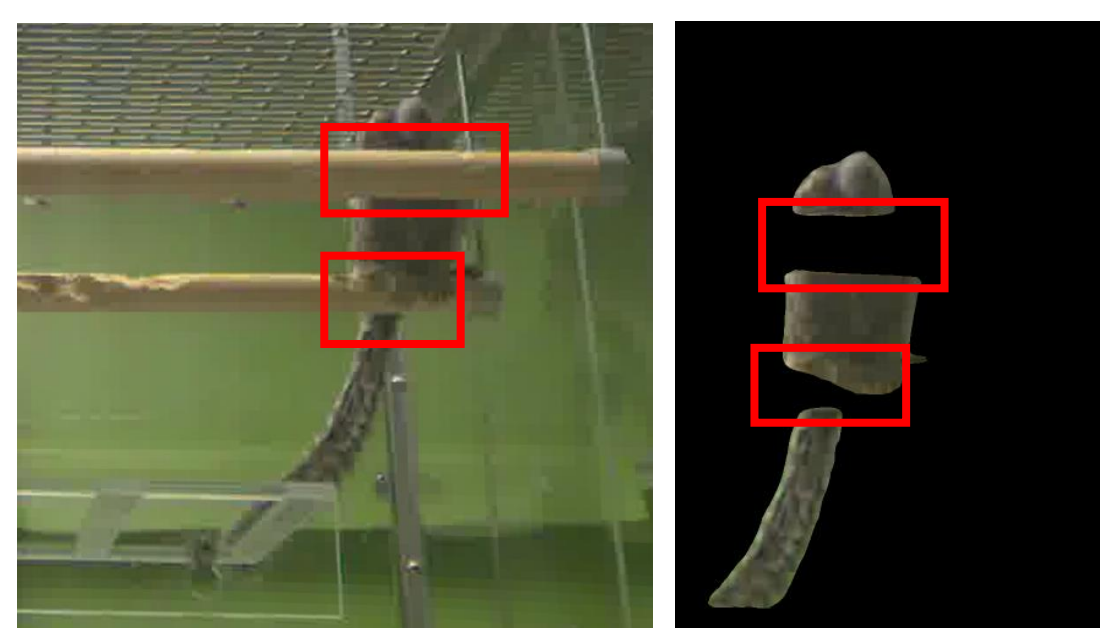
データが少ない・取得データに遮蔽やブレ ➡ 3Dモデルベースでの再現



目的

課題

- サルの関節付き多形状モデルが無い
- 動き回るためデータセットにノイズやブレ、遮蔽が多い
- データセットの解像度が低い・カメラが少ない



体が柱などの物体に隠れる (遮蔽)



遠くから素早い動きを撮影 (ブレ)

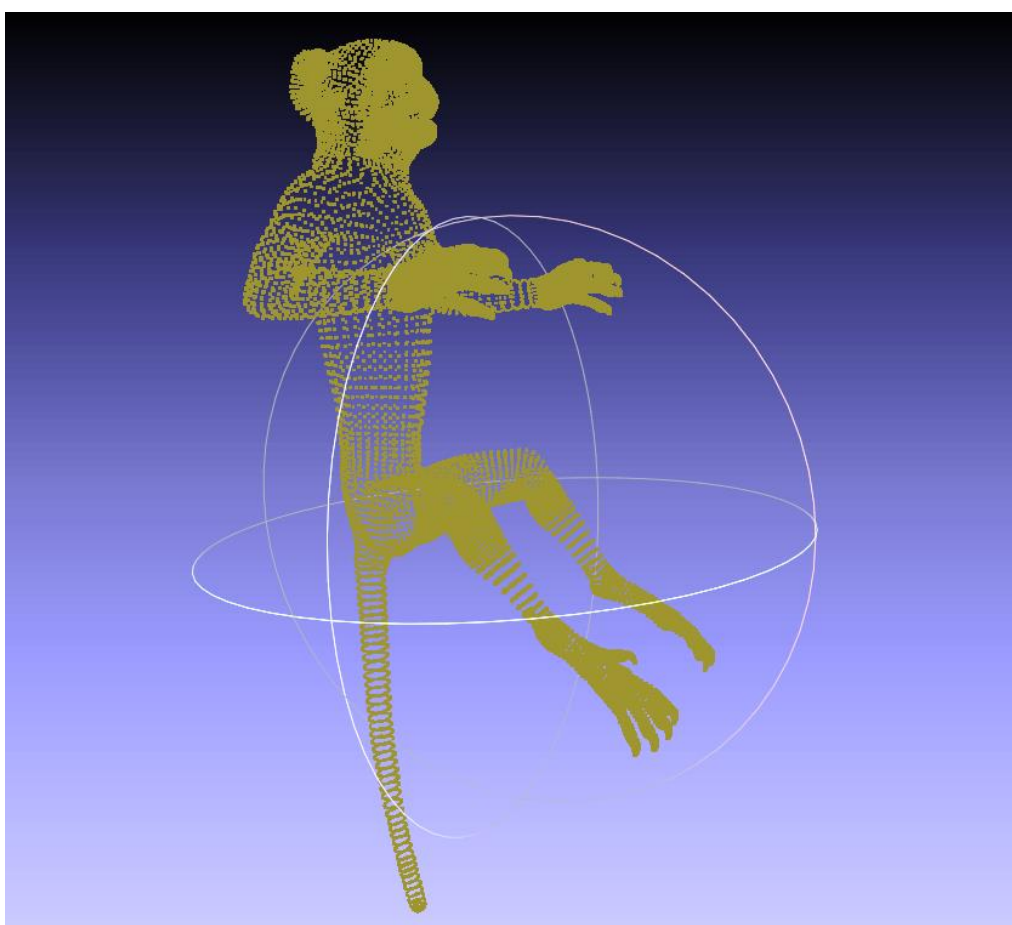
貢献

- 新しいサル用の関節付き3Dモデル(Marmodel)の作成
- 遮蔽を考慮した3DGSを用いたサルの3Dモデル構築

提案手法

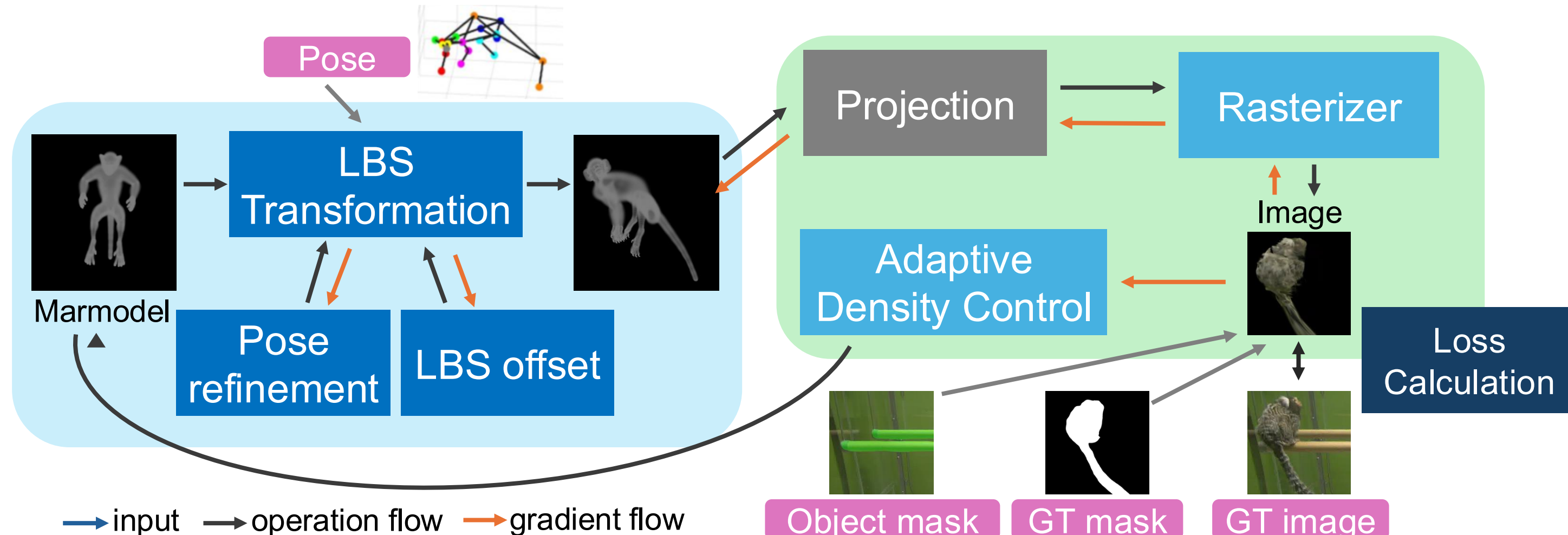
Marmodel

- コモンマーモセットの
関節付き3Dモデル
Joints: 96(θ),
Vertices: 25,212(v),
LBS weight等の情報から成る
- 毛のないサルの形状



➡ SMPLベースで確立された手法が
サルに対して適用可能に

4次元再構築



① LBS変形による姿勢変形

各ガウスの位置 p ・共分散 σ の変更

$$p_p = \sum_{k=1}^K w_k G_k(\theta) p_c$$
$$\sigma_p = \sum_{k=1}^K w_k G_k(\theta) \sigma_c \sum_{k=1}^K w_k (G_k(\theta))^T$$

p_c : 初期ガウス位置
 w_k : k番目関節のLBSウェイト
 G_k : k番目関節の変形行列
 K : 頂点位置に影響する関節数

② 微分可能レンダリングを用いた学習

LBS変形が微分可能➡カノニカル形状のガウス、ポーズの学習が可能

➡ 様々なポーズを基にモデルの学習が可能に

③ オブジェクトマスクを用いたロス計算

トレーニングロス: color loss, mask loss, SSIM loss, LPIPS loss

GTマスク外かつオブジェクトマスク内のロスを0として計算

➡ オブジェクトによって体が隠れている場合の誤った学習を阻止

実験

データセット

common marmosetの動画・ポーズを使用

common marmo dataset[1]:

8カメラ×約90時間の行動記録動画

その結果の2D/3Dポーズ・外観再現3Dモデルを提供



データセットWeb

学習条件

300フレーム(10秒)×7カメラの画像を用いて学習

1カメラのデータの評価用として使用

GTマスク画像作成

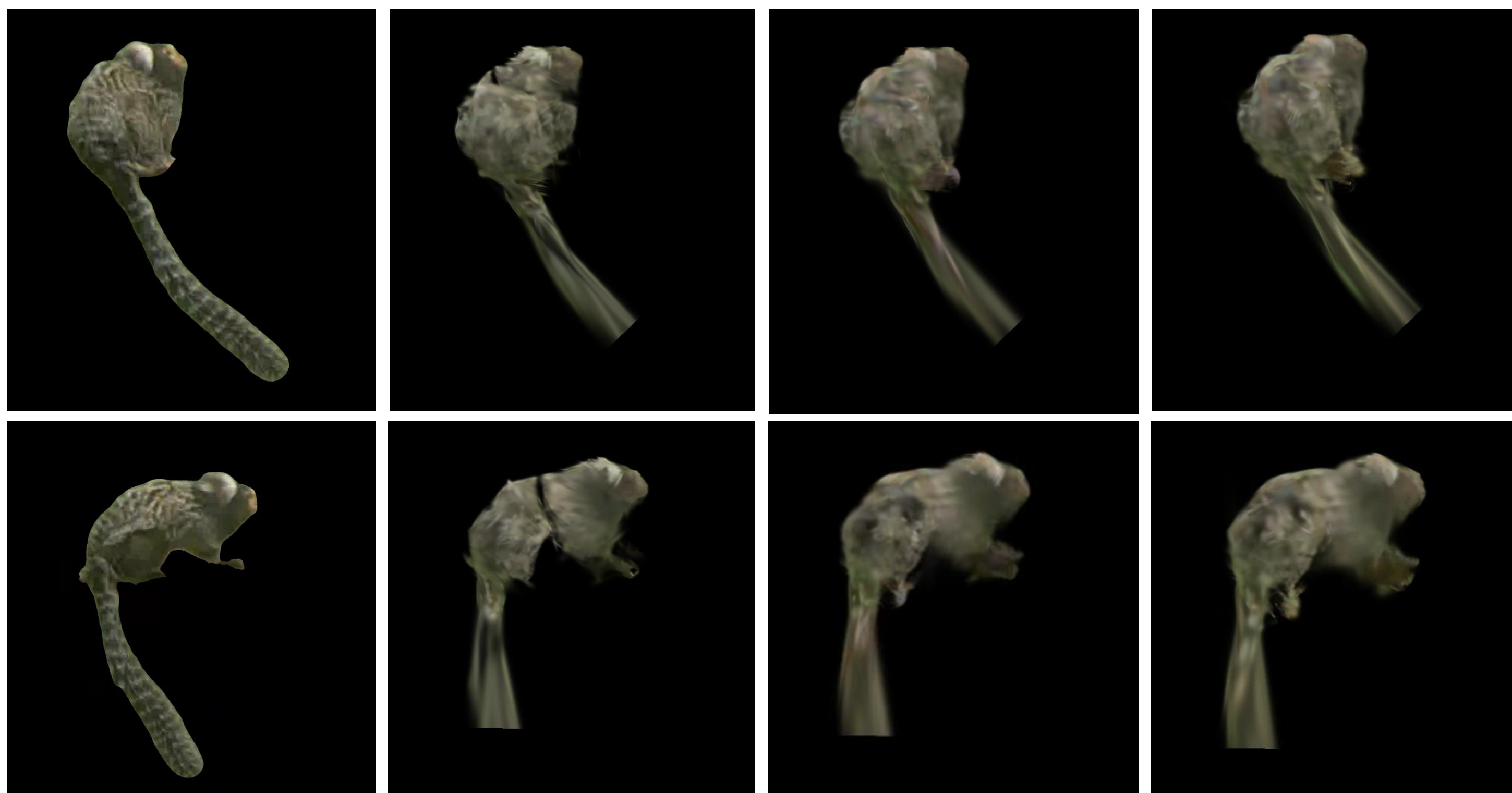
sam3[2]にて"animal"を指定してセグメンテーション

オブジェクトマスク作成

各カメラについて、各ピクセルの色の平均画像を作成

それぞれの平均画像内でsam2[3]を用いて手動でセグメンテーション

結果



GT Image

Base Line*1

Ours wo/S,L*2

Ours w/S,L*3

*1:GauHuman[4]に対してMarmodelの導入のみを行ったもの

*2:提案手法のうち、Colorロス、Maskロスのみオブジェクトマスクを用いたロス管理を行ったもの

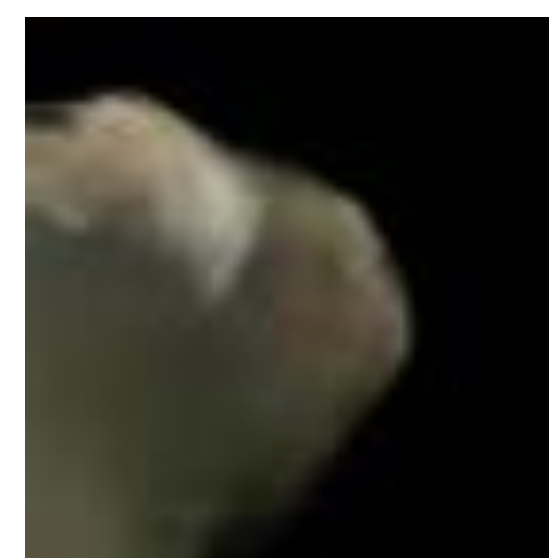
*3:提案手法のうち、レンダリング結果にオブジェクトマスクを追加することでSSIMロス、LPIPSロスも管理を行ったもの

定性評価

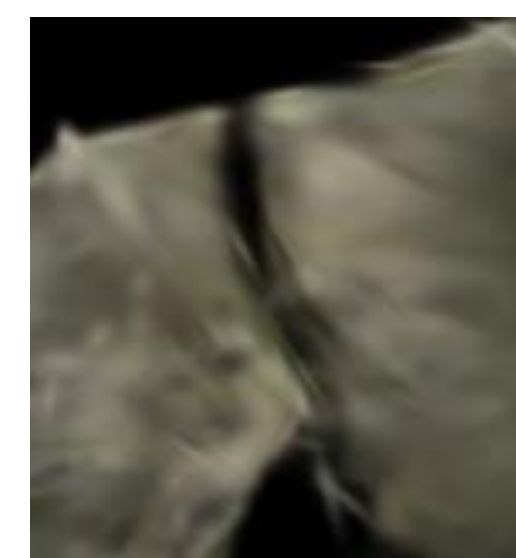
- 手足・耳等の表現が改善
- 従来手法で確認される遮蔽による欠けが改善



従来手法



提案手法



従来手法



提案手法

定量評価

	PSNR ↑	SSIM ↑	LPIPS ↓	Time
Base Line*1	19.17	0.3323	0.0174	11m44.19sec
ours wo/S,L*2	21.87	0.3711	<u>0.0161</u>	<u>11m56.12sec</u>
ours w/S,L*3	<u>21.67</u>	<u>0.3652</u>	0.0159	12m10.30ec

- Baselineと比較して提案手法の評価値の向上が確認できる
- 時間についてもBase Lineの約1.04倍に収まっている

結論

- Marmodelの提案によるSMPLベース手法のサルへの拡張
- 4DGSを用いた現実により近いサルの新視点画像生成
- 遮蔽の多いデータセットでの4Dデータ学習方法の確立

今後の展望

- 体の部位とガウスの対応付けの検討
- 毛やひげ等の細部表現
- 複数個体存在下での学習・レンダリング